Münster 1936 No 263 Med DiSS

Aus dem Pharmakologischen Institut der
Westfälischen Wilhelms-Universität, Münster/Westf.
Direktor: Prof. Dr. med. et phil. H. Freund.

Ueber die Wirkung des Eisens auf diastatische Fermente.

Inaugural-Dissertation
zur
Erlangung der zahnmedizinischen Doktorwürde
der
Hohen Medizinischen Fakultät der Westfälischen Wilhelms-Universität, Münster/Westf.

Verfaßt und vorgelegt von
Gertrud Rathert
(Zahnärztin)
aus Minden.

Buch- und Kunstdruckerei Wilh. Postberg, Bottrop i. W.
1935

Dekan: Prof. Dr. J ö t t e n
Referent: Privatdozent Dr. med. et phil. W. H a a r m a n n
Correferent: Prof. Dr. med. et phil. H. F r e u n d

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster (Westf.)

Meinen Eltern!

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41547221_0080

Über die Wirkung von Eisen auf Enzyme liegt im Schrifttum eine große Anzahl von Untersuchungen vor, wie aus der Zusammenfassung von Starkenstein[1]) hervorgeht.

In der vorliegenden Arbeit soll der Einfluß von Eisen auf einige diastatische Fermente untersucht werden. Die bislang hierüber vorliegenden Untersuchungen sind unzureichend und widersprechen sich zum Teil, wie das bei den älteren Arbeiten auf diesem Gebiet zu erwarten ist. Die Ursache ist besonders in den verschiedenen Methoden zu suchen, durch die die Wirksamkeit der Diastasen bestimmt wurde. Für genaue Untersuchungen brauchbar ist allein die Bestimmung der aus Stärke gebildeten Maltose, die in der vorliegenden Arbeit nach der Methode von Willstätter u. Schudel[2]) ermittelt wurde. Durch die älteren Methoden, die auch heute noch meistens angewandt werden, wird das Endprodukt der Stärkespaltung, die Maltose, nicht erfaßt, sondern die Substratveränderung (Stärkeabbau) durch Abnahme der inneren Reibung oder durch Verschwinden der Jodreaktion (Wohlgemuth)[3]) gemessen. Hierzu kommt, daß der Säuregrad nicht berücksichtigt wurde oder aber Untersuchungen nur bei einem bestimmten Säuregrad durchgeführt wurden. Die Versuche aus dem hiesigen Institut (Haack, Hillen, Folsche)[4]) haben aber gezeigt, daß die Wirkungsrichtung und die Wirkungsstärke meist vollkommen verschieden sind, je nachdem der Stärkeabbau sich an saurer oder alkalischer Lösung vollzieht.

---

[1]) Starkenstein: Heffters Handb. d. exp. Pharmakol. Bd. 3, 2. Teil, S. 1061, Berlin Springer 1934.

[2]) Willstätter u. Schudel: Ber. d. chem. Ges. 51, 780, 1918.

[3]) Wohlgemuth: Biochem. Zeitschr. 9, 10, 1908.

[4]) Haack, Hillen, Folsche: Inaug. Diss., Münster 1935.

Nach Wohlgemuth[5]) hemmen kolloidale Metalle (Al, Ag, Mn, Fe) die Wirkungsstärke der Diastasen bereits in verhältnismäßig geringer Konzentration und sind in starker Verdünnung unwirksam. Zusatz von Kochsalz ändert nichts an ihrem Verhalten. Pinkussen[6]) prüfte das Verhalten der Speichel- und Malzdiastase gegen kolloidales Eisenhydroxyd (1 : 1000) bei verschiedenem Säuregrad und fand, daß in saurer Lösung (P_H 4—5) die Dextrinbildung vergrößert ist. In schwach saurer Lösung (P_H 5—6) ist Eisenhydroxyd ohne Einfluß und in neutraler und schwach alkalischer Reaktion (6,8—7,5) tritt deutliche Förderung auf. Bei diesen Versuchen muß bedacht werden, daß kolloidales Eisenhydroxyd in saurer Lösung Eisenionen bildet, die für die Wirkung verantwortlich gemacht werden könnten. Gleichfalls mit der Methode der Jodfärbung prüfte Harpuder[7]) bei einem P_H von 5,4—6,8 den Einfluß von $FeSO_4$ auf die Speicheldiastase und stellte durch $1 . 10^{-4}$n $FeSO_4$ eine Hemmung und durch $1 . 10^{-6}$n $FeSO_4$ eine leichte Förderung fest. Noch stärkere Verdünnungen erwiesen sich als unwirksam. Das Endprodukt der Stärkespaltung, die Maltose, wurde von Gigon und Rosenberg[8]) und von Olsson[9]) bestimmt. Nach den ersteren Autoren soll 1.10^{-4} $FeSO_4$ die Amylase des Blutes sehr energisch fördern; nach Olsson 6.10^{-3} n $FeCl_3$ die Malzdiastase bei P_H 5,25 hemmen und in stärkeren Verdünnungen in ihrer Wirksamkeit anregen.

Die untersuchten Eisenverbindungen waren 1. Ferrosulfat $FeSO_4 + 7$ Aq., 2. Ferrisulfat $Fe_2(SO_4)_3$ und 3. Eisenzucker D. A. B. 6, Ferrum oxydatum saccharatum, der Ferrieisen in komplexer Bindung enthält. Eisenzucker hat einen Gehalt von 2,8 bis 3 % Fe. Ferrosulfat enthält 20 % Fe. Ferrisulfat 28 % Eisen.

Die Konzentration der Eisenverbindung ist jeweils in den Tabellen angegeben. Es wurde der Einfluß der Eisenverbindun-

---

[5]) Wohlgemuth: l. c.

[6]) Pinkussen: Biochem. Zeitschr. 142, 211, 1923.

[7]) Harpuder: ebenda 193, 380, 1928.

[8]) Gigon und Rosenberg: Skand. Arch. Physiol. Zeitschr. 20, 423, 1908.

[9]) Olsson: Hoppe-Seylers Z. 117, 91, 1921.

gen in Konzentrationsreihen untersucht, von denen die nächst niedrigere Konzentration $^1/_{10}$ der vorangehenden betrug. Da die Lösungen nur kurze Zeit, mit Ausnahme von Eisenzucker, haltbar sind, wurden sie für die Versuche stets frisch angesetzt. Die Versuchsanordnung ist bei Haack[10]) eingehend beschrieben und braucht deswegen nicht näher behandelt zu werden. Als Suspensionsflüssigkeiten dienten: 1. primäre Kaliumphosphatlösung KH_2PO_4, m/40, P_H = 4,53, 2. sekundäre Phosphatlösung Na_2HPO_4, m/40, P_H = 8,25. Das Gesamtflüssigkeitsvolumen betrug 25 ccm, die Konzentration der löslichen Stärke 1 %. Die Konzentrationen der zugesetzten Fermente und die Versuchsdauer sind bei den Versuchen angegeben. Untersucht wurden: 1. frisch gewonnener Speichel, 2. Pankreatin (Merck), 3. Malzdiastase (absolut. Merck).

Versuchsreihe I. Pankreatin.

In der Versuchsreihe I wurde der Einfluß der Eisenverbindungen auf den Stärkeabbau durch Pankreatin Merck untersucht. Die Konzentration des Pankreatins betrug 1 : 10 000, die Dauer der Versuche 2 bezw. 4 Stunden. Die Versuchsergebnisse sind in den Tabellen 1 und 2 zusammengefaßt. Alle Versuche wurden in doppelter Ausführung angesetzt. Wie aus den Versuchen hervorgeht, ist die Wirkungsweise der Eisenverbindungen sehr stark von dem Säuregrad abhängig. In saurer Lösung (primäre Phosphatlösung) verschlechtern Ferro- und Ferrisulfat in aufsteigender Konzentration die Zuckerbildung aus Stärke sehr stark. Ferrisalze erweisen sich dabei als wesentlich giftiger als Ferrosalze. Bei einer Konzentration von 1.10^{-4} Ferrisulfat ist die Zuckerbildung vollkommen unterdrückt, nicht aber durch die gleiche Konzentration Ferrosulfat. Bei der Konzentration 1.10^{-4} Ferrosulfat ist die Zuckerbildung über 40 % und bei der Konzentration 1.10^{-3} über 30 % verzögert worden. In stärkeren Verdünnungen sind die Eisensalze unwirksam. Komplexgebundenes Ferrieisen (Eisenzucker) beeinflußt den Stärkeabbau in grund-

[10]) Haack: l. c.

sätzlich anderer Weise als ionisiertes Eisen. In stärkerer Verdünnung 1.10^{-8} bis 1.10^{-6} und bei einer höchsten Konzentration 1.10^{-3} ist der Stärkeabbau leicht angeregt. Eine Konzentration 1.10^{-4} Eisenzucker hemmt die Stärkeverzuckerung um 20 %.

Die Wirkungsweise der Eisenverbindungen ändert sich von Grund auf, wenn wir den Stärkeabbau nicht in saurer, sondern schwach alkalischer Lösung (Tabelle 2) sich vollziehen lassen. Selbst durch hohe Konzentrationen der Eisenverbindungen tritt in keinem Falle eine Hemmung des Stärkeabbaus auf. Die Zuckerbildung wird sogar mit ansteigender Konzentration

Tabelle 1.

Pankreatin, primäres Phosphat ($P_H = 4{,}53$).
Dauer: 2 Stunden.

Zusätze	mg Maltose		Maltose : % der Kontrolle		
	1	2	1	2	Mittel
Kontrolle	59,0	59,3	100	100	100
Ferrosulfat					
1.10^{-8}	59,0	59,8	100	101	101
1.10^{-7}	59,0	60,5	100	102	102
1.10^{-6}	59,0	60,5	100	102	101
1.10^{-5}	57,5	57,8	98	98	98
1.10^{-4}	34 4	33,3	58	56	57
1.10^{-3}	19,6	19,3	33	33	33
Ferrisulfat					
1.10^{-8}	59,5	59,8	101	101	101
1.10^{-7}	59,5	59,8	101	101	101
1.10^{-6}	60,2	60,5	102	102	102
1.10^{-5}	55,4	56,4	94	96	95
1.10^{-4}	1,4	1,7	2	3	3
1.10^{-3}	0,7	1,7	1	3	2
Eisenzucker					
1.10^{-8}	61,0	63,4	103	107	105
1.10^{-7}	62,4	63,4	103	107	105
1.10^{-6}	63,0	63,4	107	107	107
1.10^{-5}	58,9	60,7	100	102	101
1.10^{-4}	47,0	48,6	80	82	81
1.10^{-3}	64,5	64,0	110	108	109

Tabelle 2.

Pankreatin: sekundäres Phosphat ($P_H = 8{,}25$).

Dauer: 4 Stunden.

Zusätze	mg Maltose		Maltose : % der Kontrolle		
	1	2	1	2	Mittel
Kontrolle	29,8	31,1	100	100	100
Ferrosulfat					
1.10^{-8}	38,8	39,5	131	127	129
1.10^{-7}	69,0	70,5	232	226	229
1.10^{-6}	44,5	43,0	149	138	144
1.10^{-5}	46,5	46 5	156	149	153
1.10^{-4}	66,2	66 0	222	212	217
1.10^{-3}	76,0	47,5	256	217	236
Ferrisulfat					
1.10^{-8}	69,5	70,5	234	226	230
1.10^{-7}	44,5	44,5	149	143	146
1.10^{-6}	48,7	50,6	164	163	164
1.10^{-5}	43,0	45,0	145	145	145
1.10^{-4}	57,0	60,5	192	195	194
1.10^{-3}	72,5	74,0	244	237	241
Eisenzucker					
1.10^{-8}	43,8	45,0	147	145	146
1.10^{-7}	44,5	46,5	149	149	149
1.10^{-6}	71,8	72,5	242	232	237
1.10^{-5}	41,7	40,9	140	132	136
1.10^{-4}	57,8	60,5	193	194	194
1.10^{-3}	71,0	74,0	239	237	238

zunehmend gefördert. Das gilt in gleicher Weise für alle Eisenverbindungen. Selbst in der stärksten von uns angewandten Verdünnung 1.10^{-8} ist die Förderungswirkung nachweisbar. Besonders auffallend ist es, daß für jede der untersuchten Eisenverbindungen sich eine starke Verdünnung findet, bei der die Stärkeverzuckerung besonders stark gefördert wird. Diese Konzentration ist für das Ferrosulfat 1.10^{-7}, für das Ferrisulfat 1.10^{-8} und für Eisenzucker 1.10^{-6}. Die höchsten von uns zugesetzten Konzentrationen 1.10^{-3} haben praktisch den gleichen stark fördernden Einfluß. Wir haben hier also die bemerkenswerte Fest-

stellung zu verzeichnen, daß hohe und niedrige Konzentrationen eines Giftes dieselbe Endwirkung erzielen. Die maximalen Steigerungen sind für alle drei Eisenverbindungen von der gleichen Größenordnung und betragen rund 140 %.

Versuchsreihe II. (Speichel.)

Die Konzentration des Speichels in den folgenden Versuchen betrug 1 : 100, die Dauer der Versuche 2 bezw. 4 Stunden.

Wie aus den Versuchen der Tabelle 3 und 4 zu ersehen ist, hängt auch hier die Wirkungsweise der Eisenverbindungen stark

Tabelle 3.

Speichel, primäres Phosphat.
Dauer: 2 Stunden.

Zusätze	mg Maltose		Maltose : % der Kontrolle		
	1	2	1	2	Mittel
Kontrolle	70,0	70,7	100	100	100
Ferrosulfat					
1.10^{-8}	72,8	72,1	104	102	103
1.10^{-7}	71,4	71,4	102	101	102
1.10^{-6}	70,7	70,0	101	99	100
1.10^{-5}	65,0	64,5	93	91	92
1.10^{-4}	41,1	42,8	63	60	62
1.10^{-3}	37,8	36,4	54	51	53
Ferrisulfat					
1.10^{-8}	68,0	67,2	97	95	96
$1\ 10^{-7}$	66,5	66,5	95	94	95
1.10^{-6}	66,5	67,2	95	95	95
1.10^{-5}	65,8	66,5	94	94	94
1.10^{-4}	18,9	19,6	27	27	27
1.10^{-3}	1,4	0,7	2	1	2
Eisenzucker					
1.10^{-8}	66,5	66,5	95	94	95
1.10^{-7}	65,8	65,8	94	93	94
1.10^{-6}	65,8	65,8	94	93	94
1.10^{-5}	65,8	65,0	94	92	93
1.10^{-4}	63,0	61,6	90	87	89
1.10^{-3}	66,5	65,0	95	92	94

Tabelle 4

Speichel, sekundäres Phosphat.

Dauer: 4 Stunden.

Zusätze	mg Maltose		Maltose : % der Kontrolle		
	1	2	1	2	Mittel
Kontrolle	53,0	53,5	100	100	100
Ferrosulfat					
1.10^{-8}	49,7	51,1	94	96	95
1.10^{-7}	49,7	50,4	94	94	94
1.10^{-6}	50,4	51,1	95	96	96
1.10^{-5}	54,6	53,9	103	101	102
1.10^{-4}	65,1	66,0	122	124	123
1.10^{-3}	75,6	74,9	142	140	141
Ferrisulfat					
1.10^{-8}	51,1	52,0	96	98	97
1.10^{-7}	51,8	51,8	97	97	97
1.10^{-6}	53,2	52,0	100	98	99
1.10^{-5}	53,3	56,7	104	106	105
1.10^{-4}	61 6	62,3	116	116	116
1.10^{-3}	77,7	77,7	146	145	146
Eisenzucker					
1.10^{-8}	49,7	49,7	94	93	94
1.10^{-7}	51,1	50,4	96	94	95
1.10^{-6}	49,7	49,0	94	92	93
1.10^{-5}	70,0	69,3	131	129	130
1.10^{-4}	63,0	62,3	118	116	117
1.10^{-3}	45,0	46,9	85	88	87

von dem Säuregrad ab. In primärer Phosphatlösung wird die Stärkeverzuckerung sowohl durch Ferro- wie Ferrisulfate mit ansteigender Konzentration sehr stark herabgesetzt, besonders stark durch Ferrisulfat. Die stärksten Verdünnungen 1.10^{-8} bis 1.10^{-5} sind unwirksam. Bei einer Konzentration 1.10^{-3} Ferrisulfat ist die Zuckerbildung aus Stärke vollkommen aufgehoben, und bereits bei der 10fach stärkerer Verdünnung beträgt sie nur noch rd. 30 % des Kontrollversuchs. Ferrosalze hemmen dagegen in einer Lösung 1 : 1 000 um rund 50 % und bei 1 : 10 000 um rund 40 %. Eisenzucker hat auf den Stärkeabbau durch Speichel keinen

merklichen Einfluß. Komplexgebundenes Eisen unterscheidet sich somit grundsätzlich von den ionisierten Eisen.

In alkalischer Lösung kehrt sich ähnlich wie bei Pankreasamylase die Wirkungsrichtung der Eisenverbindungen um. Während in saurer Lösung Eisensalze mit ansteigernder Konzentration die Zuckerbildung aus Stärke herabsetzen, wird sie in alkalischer Lösung mit ansteigender Konzentration der Eisensalze gefördert, ähnlich wie wir es auch bei der Pankreasamylase gesehen haben. Die Förderungswirkungen der Eisensalze auf die Speicheldiastase sind aber wesentlich geringer als auf die Pankreasdiastase. Auch Eisenzucker regt besonders bei der Konzentration 1.10^{-5} und 1.10^{-4} die Zuckerbildung an. Alle übrigen Konzentrationen sind unwirksam, beziehungsweise, das gilt besonders für die höchsten Konzentrationen, schränken sie die Zukkerbildung der Stärke ein.

Versuchsreihe III. Tabelle 5 und 6.

Die Wirksamkeit der Malzdiastase, deren Konzentration bei den Versuchen der Tabelle 5 und 6 1 : 10 000 betrug, bei 2 bezw. 4stündiger Versuchsdauer, wird in saurer Lösung nur durch Ferro- u. Ferrisulfat durch die höchste Konzentration 1.10^{-3} und durch Ferrisulfat in der höchsten Konzentration 1.10^{-4} stark beeinträchtigt. Durch alle übrigen Konzentrationen der Eisenverbindung sowie durch sämtliche Konzentrationen des Eisenzuckers wird die Wirksamkeit nicht in Mitleidenschaft gezogen. Ferrisulfat (1.10^{-3} und 1.10^{-4}) vernichtet vollkommen die Tätigkeit der Malzdiastase, während Ferrosulfat 1.10^{-3} sie auf ¼ einschränkt. Gegenüber der Pankreas- und Speicheldiastase besteht der Unterschied, daß eine Verdünnung von 1.10^{-4} Ferrosulfat für die Malzdiastase unschädlich ist, während die beiden übrigen Diastasen in ihrer Wirksamkeit um rund 40 % gehemmt werden.

In sekundärer Phosphatlösung wird die Verzuckerung der Stärke durch Malzdiastase in ähnlicher Weise gefördert wie die der anderen Diastasen. Die Ausschläge sind ungefähr von der gleichen Größenordnung wie bei der Speicheldiastase. Hervor-

zuheben ist, daß das Optimum der Wirkung bei einer Konzentration von 1.10^{-4} Ferrosulfat bei der Malzdiastase auftritt, bei der Speicheldiastase dagegen bei der Konzentration 1.10^{-3}, die die Tätigkeit der Malzdiastase unbeeinflußt läßt.

Besprechung der Versuchsergebnisse.

Von den im Schrifttum angeführten Versuchen über den Einfluß von Eisenverbindungen auf den Stärkeabbau durch diastatische Fermente wurden nur in den Arbeiten von Ols-

Tabelle 5.

Malz-Diastase: primäres Phosphat.

Dauer: 2 Stunden.

Zusätze	mg Maltose		Maltose : % der Kontrolle		
	1	2	1	2	Mittel
Kontrolle	84,0	83,3	100	100	100
Ferrosulfat					
1.10^{-8}	84,0	82,6	100	99	100
1.10^{-7}	83,3	81,9	99	98	99
1.10^{-6}	84,0	81,9	100	98	99
1.10^{-5}	84,0	81,2	100	97	99
1.10^{-4}	79,8	79,1	95	95	95
1.10^{-3}	21,0	21,7	25	26	26
Ferrisulfat					
1.10^{-8}	84,0	84,0	100	101	101
1.10^{-7}	84,0	84,0	100	101	101
1.10^{-6}	83,6	84,7	99	102	101
1.10^{-5}	83,6	84,7	99	102	101
1.10^{-4}	3,0	4,2	4	5	5
1.10^{-3}	0	0	0	0	0
Eisenzucker					
1.10^{-8}	84,0	84,7	100	102	101
1.10^{-7}	84,7	85,4	101	103	102
1.10^{-6}	77,0	73,6	92	92	92
1.10^{-5}	84,7	85,4	101	103	102
1.10^{-4}	83,3	83,3	99	100	100
1.10^{-3}	83,3	83,3	99	100	100

Tabelle 6.

Malz-Diastase, sekundäres Phosphat.
Dauer: 4 Stunden.

Zusätze	mg Maltose		Maltose : % der Kontrolle		
	1	2	1	2	Mittel
Kontrolle	60,5	58,8	100	100	100
Ferrosulfat					
1.10^{-8}	61,9	61,2	102	104	103
1.10^{-7}	68,2	67,5	113	115	114
1.10^{-6}	60.5	59,8	100	102	101
1.10^{-5}	62,6	62,0	103	105	104
1.10^{-4}	72,4	72,0	120	122	121
1.10^{-3}	59,1	58,5	98	99	99
Ferrisulfat					
1.10^{-8}	72,5	72,0	120	122	121
1.10^{-7}	63,3	62,5	105	107	106
1.10^{-6}	66 2	65,5	109	111	110
1.10^{-5}	66.2	65,5	109	111	110
1.10^{-4}	76,8	76,0	127	129	128
1.10^{-3}	80,2	79,5	133	135	134
Eisenzucker					
1.10^{-8}	65,5	65,5	108	111	110
1.10^{-7}	66,8	66,0	110	113	112
1.10^{-6}	72,5	72,0	120	122	121
1.10^{-5}	64,8	64.8	107	110	109
1.10^{-4}	71,0	70,5	117	119	118
1.10^{-3}	61,2	60,5	101	103	102

son[11]) und von Gigon und Rosenberg[12]) die Wirksamkeit der Diastase aus der Zuckerbildung gemessen. Mit unseren Versuchen vergleichbar ist nur die Olsson'sche Arbeit, weil in ihr der Einfluß von Eisenchlorid $FeCl_3$ auf den Stärkeabbau durch die Malzdiastase untersucht wurde. Gigon und Rosenberg untersuchten das Verhalten der Amylase des Blutes, die von uns nicht in den Bereich der Untersuchung gewogen wurde. Olsson findet bei einer Konzentration von 6.10^{-3}n $FeCl_3$ eine Hemmung der Malz-

[11]) Olsson: l. c.

[12]) Gigon und Rosenberg: l. c.

diastase um 11 % bei einem P_H von 5,25. Die entsprechende Konzentration bei normalem Ferrisulfat würde 2.10^{-4} betragen. In unseren Versuchen ist die Hemmung bei dieser Konzentration fast vollkommen. Der Unterschied in den Ergebnissen dürfte wohl darauf zurückzuführen sein, daß unsere Versuche in primärer Phosphatlösung, ($P_H = 4{,}53$), also bei wesentlich saurer Reaktion, durchgeführt wurden. In einer Verdünnung von $1{,}2.10^{-3}$n $FoCl_3$ ist im Olsson'schen Versuch der Stärkeabbau gesteigert, wie das auch in eigenen Versuchen unter der Ferrisalzwirkung in sekundärer Phosphatlösung der Fall ist. Die Unterschiede in den Ergebnissen dürften daher wohl milieubedingt sein. Um über Giftwirkungen auf den Stärkeabbau aussagen zu können, ist es unbedingt notwendig, die Versuche sowohl bei saurer, wie auch in alkalischer Lösung durchzuführen, da sich bei den Versuchen aus dem Institut gezeigt hatte, daß die Wirkungsstärke und die Wirkungsrichtung weitgehend vom Milieu abhängig sind, was nur von wenigen Voruntersuchern berücksichtigt wurde. War letzteres der Fall, wurde stets nur der Einfluß einer bestimmten Eisenkonzentration geprüft, nicht etwa von Konzentrationsreihen, was wieder für die Aufklärung einer Giftwirkung unbedingt notwendig ist.

Die Abhängigkeit der Wirkung von kolloidalem Eisenhydroxyd (1.10^{-3}) von dem Säuregrad auf den Stärkeabbau durch die Speichel- und Malzdiastase wurde von Pinkussen[13]) mit der Methode nach Wohlgemuth untersucht. In Übereinstimmung mit unseren Versuchen stellte er eine Hemmung bei saurer Reaktion ($P_H 4{,}6$), Wirkungslosigkeit in einer Zone zwischen $P_H 5$ und $P_H 6$ und Förderung bei $P_H 6{,}8$—7,4 fest. Diese Versuche stimmen mit den eigenen Versuchen überein, in denen eine Hemmung in saurer und eine Förderung in alkalischer Lösung durch Ferrisulfat aufgefunden wurde. Sie klären gleichfalls den Widerspruch auf, der zwischen unseren und den Olsson'schen Versuchen besteht, verwandte doch Olsson[14]) zu seinen Versuchen eine Puf-

---

[13]) Pinkussen: l. c.

[14]) Olsson: l. c.

ferlösung von einem $P_H = 5{,}25$, bei dem die Giftwirkung sich anders äußert als bei saurer Lösung. Das gleiche gilt auch für die Versuche von Harpuder[15]) mit Speicheldiastase: Hemmung durch 1.10^{-4}m $FeSO_4$ und eine geringfügige Förderung durch 1.10^{-6}m $FeSO^4$. Doch die Wirkung von Eisensulfat auf die Speicheldiastase in alkalischer Lösung wurde von ihm nicht geprüft

[15]) Harpuder: l. c.

Zusammenfassung.

Die Wirkung von Eisenverbindungen auf die Wirksamkeit von diastatischen Fermenten ist stark von dem Säuregrad abhängig. In primärer Phosphatlösung wird in ansteigender Konzentration von Ferro- und Ferrisalzen die Stärkeverzuckerung stark gehemmt, sehr erheblich stärker durch Ferrisalze als durch Ferrosalze. Ferrisulfat in einer Konzentration 1.10^{-4} und 1.10^{-3} unterdrückt die Zuckerbildung aus Stärke durch die Pankreas- und Malzdiasase vollkommen, während der Abbau durch Speicheldiastase nur in einer Konzentration 1.10^{-3} gehemmt wird. In sekundärer Phosphatlösung kehrt sich die Wirkungsrichtung der Eisensalze um: stark gesteigerte Zuckerbildung durch höhere Konzentrationen. Verschlecherung des Stärkeaubbaus tritt nicht auf. Das komplexgebundene Eisen (Eisenzucker) hemmt im Gegensatz zu dem ionisierten Eisen den Stärkeabbau weder in saurer noch in alkalischer Lösung. Fördernde Einflüsse sind nur im alkalischen Milieu feststellbar. Die Stärkeverdauung wird durch diese Eisenverbindung nicht verzögert, sondern — das gilt besonders für die Pankreasamylase —, nicht unbeträchtlich gesteigert. Die Versuchsergebnisse sind in der Übersichtstabelle im Einzelnen zusammengefaßt.

Übersichtstabelle.

Stärkeabbau: % der Kontrolle.

Zusätze	primäres Phosphat P_H =4,53			sekundäres Phosphat P_H = 8,25		
	Pan-kreatin	Speichel	Malz-Diastase	Pan-kreatin	Speichel	Malz-Diastase
Ferrosulfat						
1.10^{-8}	101	103	100	129	95	103
1.10^{-7}	101	103	99	229	94	114
1.10^{-6}	101	100	99	144	96	101
1.10^{-5}	98	92	99	153	102	104
1.10^{-4}	57	62	95	217	123	121
$1\ 10^{-3}$	33	53	26	236	141	99
Ferrisulfat						
1.10^{-8}	101	96	101	230	97	121
1.10^{-7}	101	95	101	146	97	106
1.10^{-6}	102	95	101	164	99	110
1.10^{-5}	95	94	101	145	105	110
1.10^{-4}	3	27	5	194	116	128
1.10^{-3}	2	2	0	241	146	134
Eisenzucker						
1.10^{-8}	105	95	101	146	94	110
1.10^{-7}	107	94	102	149	95	112
1.10^{-6}	107	94	92	237	93	121
1.10^{-5}	101	93	102	136	130	109
1.10^{-4}	81	89	100	194	117	118
1.10^{-3}	109	94	100	238	87	102

Lebenslauf.

Am 26. Februar 1910 wurde ich, Tochter des Kreisschulrates Ludwig Rathert in Wanne-Eickel geboren. Nach vierjährigem Besuch der Grundschule erhielt ich meine weitere Ausbildung an den Oberlyceen Paderborn, Minden und Münster. An der letzten Anstalt bestand ich Ostern 1931 die Reifeprüfung. Anschließend widmete ich mich dem Studium der Zahnheilkunde an den Universitäten Münster, Graz und Innsbruck. Im Sommer 1933 bestand ich in Münster das zahnärztliche Vorexamen und im Mai 1935 das zahnärztliche Staatsexamen.

Gertrud Rathert.